

## PATENT COOPERATION TREATY

PCT

NOTIFICATION OF THE RECORDING  
OF A CHANGE(PCT Rule 92bis.1 and  
Administrative Instructions, Section 422)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

SHOBAYASHI, Masayuki  
Ikebukuro City Heights 701  
18-34, Minamiikebukuro 3-chome  
Toshima-ku, Tokyo 171-0022  
JAPON

Date of mailing (day/month/year) 26 April 2001 (26.04.01)	IMPORTANT NOTIFICATION
Applicant's or agent's file reference AP990801PCT	
International application No. PCT/JP00/04216	International filing date (day/month/year) 26 June 2000 (26.06.00)

1. The following indications appeared on record concerning:		
<input checked="" type="checkbox"/> the applicant	<input type="checkbox"/> the inventor	<input type="checkbox"/> the agent <input type="checkbox"/> the common representative
Name and Address KOMATSU DENSHI KINZOKU KABUSHIKI KAISHA 2612, Shinomiya Hiratsuka-shi, Kanagawa 254-0014 Japan	State of Nationality JP	State of Residence JP
	Telephone No.	
	Facsimile No.	
	Teleprinter No.	
2. The International Bureau hereby notifies the applicant that the following change has been recorded concerning:		
<input type="checkbox"/> the person	<input type="checkbox"/> the name	<input checked="" type="checkbox"/> the address <input type="checkbox"/> the nationality <input type="checkbox"/> the residence
Name and Address KOMATSU DENSHI KINZOKU KABUSHIKI KAISHA 25-1, Shinomiya 3-chome Hiratsukashi Kanagawa 254-0014 Japan	State of Nationality JP	State of Residence JP
	Telephone No.	
	Facsimile No.	
	Teleprinter No.	
3. Further observations, if necessary:		
4. A copy of this notification has been sent to:		
<input checked="" type="checkbox"/> the receiving Office	<input checked="" type="checkbox"/> the designated Offices concerned	
<input type="checkbox"/> the International Searching Authority	<input type="checkbox"/> the elected Offices concerned	
<input type="checkbox"/> the International Preliminary Examining Authority	<input type="checkbox"/> other:	

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland Facsimile No.: (41-22) 740.14.35	Authorized officer  Susumu Kubo Telephone No.: (41-22) 338.83.38
---	---

## PATENT COOPERATION TREATY

PCT

NOTIFICATION OF THE RECORDING  
OF A CHANGE(PCT Rule 92bis.1 and  
Administrative Instructions, Section 422)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

SHOBAYASHI, Masayuki  
Ikebukuro City Heights 701  
18-34, Minamiikebukuro 3-chome  
Toshima-ku, Tokyo 171-0022  
JAPON

Date of mailing (day/month/year) 26 April 2001 (26.04.01)	IMPORTANT NOTIFICATION
Applicant's or agent's file reference AP990801PCT	
International application No. PCT/JP00/04216	International filing date (day/month/year) 26 June 2000 (26.06.00)

1. The following indications appeared on record concerning:		
<input checked="" type="checkbox"/> the applicant	<input checked="" type="checkbox"/> the inventor	<input type="checkbox"/> the agent <input type="checkbox"/> the common representative
Name and Address 1) KOMIYA, Satoshi 2) YOSHINO, Shiro 3) DANBATA, Masayoshi 4) HAYASHIDA, Kouichirou Komatsu Denshi Kinzoku Kabushiki Kaisha 2612, Shinomiya Hiratsuka-shi, Kanagawa 254-0014 Japan	State of Nationality JP	State of Residence JP
	Telephone No.	
	Facsimile No.	
	Teleprinter No.	
2. The International Bureau hereby notifies the applicant that the following change has been recorded concerning:		
<input type="checkbox"/> the person	<input type="checkbox"/> the name	<input checked="" type="checkbox"/> the address <input type="checkbox"/> the nationality <input type="checkbox"/> the residence
Name and Address 1) KOMIYA, Satoshi 2) YOSHINO, Shiro 3) DANBATA, Masayoshi 4) HAYASHIDA, Kouichirou Komatsu Denshi Kinzoku Kabushiki Kaisha 25-1, Shinomiya 3-chome Hiratsuka-shi Kanagawa 254-0014 Japan	State of Nationality JP	State of Residence JP
	Telephone No.	
	Facsimile No.	
	Teleprinter No.	
3. Further observations, if necessary:		
4. A copy of this notification has been sent to:		
<input checked="" type="checkbox"/> the receiving Office	<input checked="" type="checkbox"/> the designated Offices concerned	
<input type="checkbox"/> the International Searching Authority	<input type="checkbox"/> the elected Offices concerned	
<input type="checkbox"/> the International Preliminary Examining Authority	<input type="checkbox"/> other:	

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland	Authorized officer  Susumu Kubo
Facsimile No.: (41-22) 740.14.35	Telephone No.: (41-22) 338.83.38

## PCT COOPERATION TREATY

PCT

## NOTIFICATION OF ELECTION

(PCT Rule 61.2)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

Commissioner  
US Department of Commerce  
United States Patent and Trademark  
Office, PCT  
2011 South Clark Place Room  
CP2/5C24  
Arlington, VA 22202  
ETATS-UNIS D'AMERIQUE  
in its capacity as elected Office

Date of mailing (day/month/year) 18 May 2001 (18.05.01)	
International application No. PCT/JP00/04216	Applicant's or agent's file reference AP990801PCT
International filing date (day/month/year) 26 June 2000 (26.06.00)	Priority date (day/month/year) 27 August 1999 (27.08.99)
Applicant KOMIYA, Satoshi et al	

1. The designated Office is hereby notified of its election made:

☒ in the demand filed with the International Preliminary Examining Authority on:

22 March 2001 (22.03.01)

☐ in a notice effecting later election filed with the International Bureau on:2. The election ☒ was☐ was not

made before the expiration of 19 months from the priority date or, where Rule 32 applies, within the time limit under Rule 32.2(b).

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland Facsimile No.: (41-22) 740.14.35	Authorized officer Kiwa Mpay Telephone No.: (41-22) 338.83.38
---	---

## PATENT COOPERATION TREATY

PCT

NOTIFICATION OF THE RECORDING  
OF A CHANGE(PCT Rule 92bis.1 and  
Administrative Instructions, Section 422)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

SHOBAYASHI, Masayuki  
Ikebukuro City Heights 701  
18-34, Minamiikebukuro 3-chome  
Toshima-ku, Tokyo 171-0022  
JAPON

Date of mailing (day/month/year) 30 octobre 2001 (30.10.01)	IMPORTANT NOTIFICATION
Applicant's or agent's file reference AP990801PCT	
International application No. PCT/JP00/04216	International filing date (day/month/year) 26 juin 2000 (26.06.00)

1. The following indications appeared on record concerning:		
<input type="checkbox"/> the applicant	<input type="checkbox"/> the inventor	<input checked="" type="checkbox"/> the agent
<input type="checkbox"/> the common representative		
Name and Address SHOBAYASHI, Masayuki Ikebukuro City Heights 701 18-34, Minamiikebukuro 3-chome Toshima-ku, Tokyo 171-0022 Japan	State of Nationality	State of Residence
	Telephone No.	
	Facsimile No.	
	Teleprinter No.	
2. The International Bureau hereby notifies the applicant that the following change has been recorded concerning:		
<input checked="" type="checkbox"/> the person	<input type="checkbox"/> the name	<input type="checkbox"/> the address
<input type="checkbox"/> the nationality	<input type="checkbox"/> the residence	
Name and Address	State of Nationality	State of Residence
	Telephone No.	
	Facsimile No.	
	Teleprinter No.	
3. Further observations, if necessary: The agent identified in Box 1 has renounced his appointment.		
4. A copy of this notification has been sent to:		
<input checked="" type="checkbox"/> the receiving Office	<input type="checkbox"/> the designated Offices concerned	
<input type="checkbox"/> the International Searching Authority	<input checked="" type="checkbox"/> the elected Offices concerned	
<input checked="" type="checkbox"/> the International Preliminary Examining Authority	<input type="checkbox"/> other:	

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland	Authorized officer Susumu KUBO
Facsimile No.: (41-22) 740.14.35	Telephone No.: (41-22) 338.83.38

## PATENT COOPERATION TREATY

PCT

From the INTERNATIONAL BUREAU

NOTIFICATION OF THE RECORDING  
OF A CHANGE(PCT Rule 92bis.1 and  
Administrative Instructions, Section 422)

To:

SHOBAYASHI, Masayuki  
Ikebukuro City Heights 701  
18-34, Minamiikebukuro 3-chome  
Toshima-ku, Tokyo 171-0022  
JAPON

Date of mailing (day/month/year) 30 octobre 2001 (30.10.01)	IMPORTANT NOTIFICATION
Applicant's or agent's file reference AP990801PCT	
International application No. PCT/JP00/04216	International filing date (day/month/year) 26 juin 2000 (26.06.00)

1. The following indications appeared on record concerning:		
<input type="checkbox"/> the applicant	<input type="checkbox"/> the inventor	<input checked="" type="checkbox"/> the agent
<input type="checkbox"/> the common representative		
Name and Address SHOBAYASHI, Masayuki Ikebukuro City Heights 701 18-34, Minamiikebukuro 3-chome Toshima-ku, Tokyo 171-0022 Japan	State of Nationality	State of Residence
	Telephone No.	
	Facsimile No.	
	Teleprinter No.	
2. The International Bureau hereby notifies the applicant that the following change has been recorded concerning:		
<input checked="" type="checkbox"/> the person	<input type="checkbox"/> the name	<input type="checkbox"/> the address
<input type="checkbox"/> the nationality	<input type="checkbox"/> the residence	
Name and Address	State of Nationality	State of Residence
	Telephone No.	
	Facsimile No.	
	Teleprinter No.	
3. Further observations, if necessary: The agent identified in Box 1 has renounced his appointment.		
4. A copy of this notification has been sent to:		
<input checked="" type="checkbox"/> the receiving Office	<input type="checkbox"/> the designated Offices concerned	
<input type="checkbox"/> the International Searching Authority	<input checked="" type="checkbox"/> the elected Offices concerned	
<input checked="" type="checkbox"/> the International Preliminary Examining Authority	<input type="checkbox"/> other:	

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland	Authorized officer  Susumu KUBO
Facsimile No.: (41-22) 740.14.35	Telephone No.: (41-22) 338.83.38

Translation

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

Applicant's or agent's file reference AP990801PCT	<b>FOR FURTHER ACTION</b> See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. PCT/JP00/04216	International filing date (day/month/year) 26 June 2000 (26.06.00)	Priority date (day/month/year) 27 August 1999 (27.08.99)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC C30B 29/06		
Applicant KOMATSU DENSHI KINZOKU KABUSHIKI KAISHA		

1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.
2. This REPORT consists of a total of <u>3</u> sheets, including this cover sheet.  <input type="checkbox"/> This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).  These annexes consist of a total of <u>          </u> sheets.
3. This report contains indications relating to the following items:  I <input checked="" type="checkbox"/> Basis of the report II <input type="checkbox"/> Priority III <input type="checkbox"/> Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability IV <input type="checkbox"/> Lack of unity of invention V <input checked="" type="checkbox"/> Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement VI <input type="checkbox"/> Certain documents cited VII <input type="checkbox"/> Certain defects in the international application VIII <input type="checkbox"/> Certain observations on the international application

Date of submission of the demand 22 March 2001 (22.03.01)	Date of completion of this report 12 September 2001 (12.09.2001)
Name and mailing address of the IPEA/JP  Facsimile No.	Authorized officer  Telephone No.

# INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/JP00/04216

## I. Basis of the report

### 1. With regard to the **elements** of the international application:\*

- ☒ the international application as originally filed
- ☐ the description:  
 pages \_\_\_\_\_, as originally filed  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_
- ☐ the claims:  
 pages \_\_\_\_\_, as originally filed  
 pages \_\_\_\_\_, as amended (together with any statement under Article 19  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_
- ☐ the drawings:  
 pages \_\_\_\_\_, as originally filed  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_
- ☐ the sequence listing part of the description:  
 pages \_\_\_\_\_, as originally filed  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_

### 2. With regard to the **language**, all the elements marked above were available or furnished to this Authority in the language in which the international application was filed, unless otherwise indicated under this item.

These elements were available or furnished to this Authority in the following language \_\_\_\_\_ which is:

- ☐ the language of a translation furnished for the purposes of international search (under Rule 23.1(b)).
- ☐ the language of publication of the international application (under Rule 48.3(b)).
- ☐ the language of the translation furnished for the purposes of international preliminary examination (under Rule 55.2 and/or 55.3).

### 3. With regard to any **nucleotide and/or amino acid sequence** disclosed in the international application, the international preliminary examination was carried out on the basis of the sequence listing:

- ☐ contained in the international application in written form.
- ☐ filed together with the international application in computer readable form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in written form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in computer readable form.
- ☐ The statement that the subsequently furnished written sequence listing does not go beyond the disclosure in the international application as filed has been furnished.
- ☐ The statement that the information recorded in computer readable form is identical to the written sequence listing has been furnished.

### 4. ☐ The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages \_\_\_\_\_
- ☐ the claims, Nos. \_\_\_\_\_
- ☐ the drawings, sheets/fig \_\_\_\_\_

### 5. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).\*\*

\* Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to this report since they do not contain amendments (Rule 70.16 and 70.17).

\*\* Any replacement sheet containing such amendments must be referred to under item 1 and annexed to this report.

**V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement**

**1. Statement**

Novelty (N)	Claims	5,8,9	YES
	Claims	1-4,6,7	NO
Inventive step (IS)	Claims	5,8,9	YES
	Claims	1-4,6,7	NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1-9	YES
	Claims		NO

**2. Citations and explanations**

Document 1: JP, 11-189493, A (SUMITOMO METAL INDUSTRIES, LTD.), 13 July 1999 (13.07.99)  
Document 2: JP, 2000-044389, A (SHIN ETSU HANDOTAI CO., LTD.), 15 February 2000 (15.02.00)  
Document 3: WO, 99-57344, A1 (NIPPON STEEL CORPORATION), 11 November 1999 (11.11.99)

Described below for each document is an opinion regarding the corresponding claim and novelty and inventive step.

**Re Document 1**

The subject matter of claim 1 does not appear to be novel or involve an inventive step on account of document 1. Document 1's working example 2 describes defects not being observed when observing with an optical microscope the surface of an epitaxial wafer obtained from a single crystal doped with nitrogen. On the other hand, the hill-shaped defects described in this application have a width of about 10  $\mu\text{m}$  and a height of about 10 nm according to the description in the specification, and are observed with an AFM, so it appears they are substantially different from the defects observed in document 1. Nevertheless, there is no precise definition of a hill-shaped defect in the claim, so it seems that the state of a hill-shaped defect is subject to various interpretations. If this sort of optional interpretation applies, it is possible that "no hill-shaped defects" on the surface of document 1's epitaxial wafer applies. Therefore it appears that document 1 describes the subject matter of claim 1. (If the size (width, height, etc.) of the hill-shaped defects were clearly indicated, one could make a distinction from the matters described in document 1.)

**Re Document 2**

The subject matter of claims 1-4, 6, and 7 does not appear to be novel or involve an inventive step on account of document 2.

Based on document 2's working example 3 and the measurement results shown in FIG. 3, it appears the same wafer as in claims 1-3 is obtained. Also described are oxygen concentrations and nitrogen concentrations included in the scope of claims 4, 6, and 7.

**Re Document 3**

The subject matter of claims 1, 4, 6, and 7 does not appear to be novel or involve an inventive step on account of document 2.

Table 9(b) in document 3 describes not detecting epitaxial layer defects. This appears to be the same as no hill-shaped defects. Also, document 3's working examples 6, 7, 21, 22, 27, 28, and 34 describe oxygen concentrations and nitrogen concentrations included in the scope of claims 4, 6, and 7.

Claims 5, 8, and 9 appear to be novel and involve an inventive step with regard to documents 1-3. Documents 1-3 do not describe the matters indicated in claims 5, 8, and 9, and that point does not appear to be easy for a person skilled in the art to conceive.



E P

US

P C T

## 国際調査報告

(法 8 条、法施行規則第40、41条)  
[PCT 18条、PCT規則43、44]

出願人又は代理人 の書類記号 AP990801PCT	今後の手続きについては、国際調査報告の送付通知様式(PCT/ISA/220) 及び下記5を参照すること。	
国際出願番号 PCT/JPO0/04216	国際出願日 (日.月.年) 26.06.00	優先日 (日.月.年) 27.08.99
出願人(氏名又は名称) コマツ電子金属株式会社		

国際調査機関が作成したこの国際調査報告を法施行規則第41条(PCT 18条)の規定に従い出願人に送付する。  
この写しは国際事務局にも送付される。

この国際調査報告は、全部で 3 ページである。

☐ この調査報告に引用された先行技術文献の写しも添付されている。

## 1. 国際調査報告の基礎

a. 言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願がされたものに基づき国際調査を行った。

☐ この国際調査機関に提出された国際出願の翻訳文に基づき国際調査を行った。

b. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際調査を行った。

☐ この国際出願に含まれる書面による配列表

☐ この国際出願と共に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出された書面による配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった。

☐ 書面による配列表に記載した配列とフレキシブルディスクによる配列表に記録した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。

2. ☐ 請求の範囲の一部の調査ができない(第I欄参照)。

3. ☐ 発明の単一性が欠如している(第II欄参照)。

4. 発明の名称は ☒ 出願人が提出したものを承認する。

☐ 次に示すように国際調査機関が作成した。

5. 要約は

☐ 出願人が提出したものを承認する。

☒ 第III欄に示されているように、法施行規則第47条(PCT規則38.2(b))の規定により国際調査機関が作成した。出願人は、この国際調査報告の発送の日から1カ月以内にこの国際調査機関に意見を提出することができる。

6. 要約書とともに公表される図は、

第 4 図とする。 ☐ 出願人が示したとおりである。

☐ なし

☒ 出願人は図を示さなかった。

☐ 本図は発明の特徴を一層よく表している。

## 第Ⅲ欄 要約 (第1ページの5の続き)

窒素をドーピングしつつ、半導体デバイス用として十分な特性を備えたエピタキシャルシリコンウエハを提供する。その方法として、酸素濃度が  $7 \times 10^{17} \text{atoms/cm}^3$  のときの窒素濃度が約  $3 \times 10^{15} \text{atoms/cm}^3$  以下で、かつ酸素濃度が  $1.6 \times 10^{18} \text{atoms/cm}^3$  のときの窒素濃度が約  $3 \times 10^{14} \text{atoms/cm}^3$  以下の範囲内にて、シリコン単結晶の引き上げを行う。これにより得られたシリコンウエハ上にエピタキシャル膜を形成すると、エピタキシャル膜上において  $120 \text{nm}$  以上のLPDとして観測される結晶欠陥が  $20 \text{個}/200 \text{mm}$  ウエハ以下となる。

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))  
Int. Cl. C30B29/06

B. 調査を行った分野  
調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))  
Int. Cl. C30B1/00-35/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの  
 日本国実用新案公報 1926-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2000年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2000年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2000年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)  
CAS ONLINE; nitrogen, wafer, silicon, dop?, epitax?(CA FILE)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X A	JP, 11-189493, A (住友金属工業株式会社), 13. 7月. 1999 (13. 07. 99), 実施例2, 図3 実施例1, 図2 (ファミリーなし)	1 8, 9
PX A	JP, 2000-044389, A (信越半導体株式会社), 15. 2月. 2000 (15. 02. 00), 実施例3, 図3 & EP, 959154, A1	1-4, 6, 7 5
PX A	WO, 99/57344, A1 (新日本製鐵株式会社), 11. 11月. 1999 (11. 11. 99), 実施例6, 7, 21, 22, 27, 28, 34. 表9, 10, 17, 18 & JP, 2000-026196, A & JP, 2000-109396, A	1, 4, 6, 7 2, 3, 5

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

- 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

- の日の後に公表された文献  
 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

12. 07. 00

国際調査報告の発送日

25.07.00

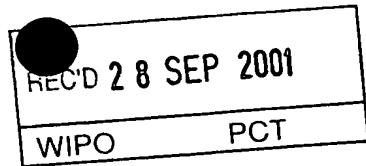
国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)  
郵便番号 100-8915  
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)  
五十 棲 毅

電話番号 03-3581-1101 内線 3416

4G 9440



P C T

## 国際予備審査報告

(法第12条、法施行規則第56条)  
[PCT36条及びPCT規則70]

出願人又は代理人 の書類記号 AP990801PCT	今後の手続きについては、国際予備審査報告の送付通知(様式PCT/ IPEA/416)を参照すること。	
国際出願番号 PCT/JPO0/04216	国際出願日 (日.月.年) 26.06.00	優先日 (日.月.年) 27.08.99
国際特許分類(IPC) Int. Cl. C30B29/06		
出願人(氏名又は名称) コマツ電子金属株式会社		

1. 国際予備審査機関が作成したこの国際予備審査報告を法施行規則第57条(PCT36条)の規定に従い送付する。
2. この国際予備審査報告は、この表紙を含めて全部で <u>4</u> ページからなる。  <input type="checkbox"/> この国際予備審査報告には、附属書類、つまり補正されて、この報告の基礎とされた及び/又はこの国際予備審査機関に対してした訂正を含む明細書、請求の範囲及び/又は図面も添付されている。 (PCT規則70.16及びPCT実施細則第607号参照) この附属書類は、全部で <u>                    </u> ページである。
3. この国際予備審査報告は、次の内容を含む。  I <input checked="" type="checkbox"/> 国際予備審査報告の基礎 II <input type="checkbox"/> 優先権 III <input type="checkbox"/> 新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての国際予備審査報告の不作成 IV <input type="checkbox"/> 発明の単一性の欠如 V <input checked="" type="checkbox"/> PCT35条(2)に規定する新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての見解、それを裏付けるための文献及び説明 VI <input type="checkbox"/> ある種の引用文献 VII <input type="checkbox"/> 国際出願の不備 VIII <input type="checkbox"/> 国際出願に対する意見

国際予備審査の請求書を受理した日 22.03.01	国際予備審査報告を作成した日 12.09.01	
名称及びあて先 日本国特許庁(IPEA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官(権限のある職員)  五十 棲 毅 電話番号 03-3581-1101 内線 3416	4G 9440

## I. 国際予備審査報告の基礎

1. この国際予備審査報告は下記の出願書類に基づいて作成された。(法第6条(PCT14条)の規定に基づく命令に  
応答するために提出された差し替え用紙は、この報告書において「出願時」とし、本報告書には添付しない。  
PCT規則70.16, 70.17)

☒ 出願時の国際出願書類

- ☐ 明細書 第 \_\_\_\_\_ ページ、 出願時に提出されたもの  
明細書 第 \_\_\_\_\_ ページ、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの  
明細書 第 \_\_\_\_\_ ページ、 \_\_\_\_\_ 付の書簡と共に提出されたもの
- ☐ 請求の範囲 第 \_\_\_\_\_ 項、 出願時に提出されたもの  
請求の範囲 第 \_\_\_\_\_ 項、 PCT19条の規定に基づき補正されたもの  
請求の範囲 第 \_\_\_\_\_ 項、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの  
請求の範囲 第 \_\_\_\_\_ 項、 \_\_\_\_\_ 付の書簡と共に提出されたもの
- ☐ 図面 第 \_\_\_\_\_ ページ/図、 出願時に提出されたもの  
図面 第 \_\_\_\_\_ ページ/図、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの  
図面 第 \_\_\_\_\_ ページ/図、 \_\_\_\_\_ 付の書簡と共に提出されたもの
- ☐ 明細書の配列表の部分 第 \_\_\_\_\_ ページ、 出願時に提出されたもの  
明細書の配列表の部分 第 \_\_\_\_\_ ページ、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの  
明細書の配列表の部分 第 \_\_\_\_\_ ページ、 \_\_\_\_\_ 付の書簡と共に提出されたもの

2. 上記の出願書類の言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願の言語である。

上記の書類は、下記の言語である \_\_\_\_\_ 語である。

- ☐ 国際調査のために提出されたPCT規則23.1(b)にいう翻訳文の言語  
☐ PCT規則48.3(b)にいう国際公開の言語  
☐ 国際予備審査のために提出されたPCT規則55.2または55.3にいう翻訳文の言語

3. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際予備審査報告を行った。

- ☐ この国際出願に含まれる書面による配列表  
☐ この国際出願と共に提出されたフレキシブルディスクによる配列表  
☐ 出願後に、この国際予備審査(または調査)機関に提出された書面による配列表  
☐ 出願後に、この国際予備審査(または調査)機関に提出されたフレキシブルディスクによる配列表  
☐ 出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった  
☐ 書面による配列表に記載した配列とフレキシブルディスクによる配列表に記録した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。

4. 補正により、下記の書類が削除された。

- ☐ 明細書 第 \_\_\_\_\_ ページ  
☐ 請求の範囲 第 \_\_\_\_\_ 項  
☐ 図面 図面の第 \_\_\_\_\_ ページ/図

5. ☐ この国際予備審査報告は、補充欄に示したように、補正が出願時における開示の範囲を越えてされたものと認められるので、その補正がされなかったものとして作成した。(PCT規則70.2(c) この補正を含む差し替え用紙は上記1.における判断の際に考慮しなければならず、本報告に添付する。)

V. 新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての法第12条（PCT35条(2)）に定める見解、それを裏付ける文献及び説明

1. 見解

新規性 (N)	請求の範囲	5, 8, 9	有
	請求の範囲	1-4, 6, 7	無
進歩性 (IS)	請求の範囲	5, 8, 9	有
	請求の範囲	1-4, 6, 7	無
産業上の利用可能性 (IA)	請求の範囲	1-9	有
	請求の範囲		無

2. 文献及び説明 (PCT規則70.7)

文献1 : JP 11-189493 A(住友金属工業株式会社) 13.7月.1999(13.07.99)  
 文献2 : JP 2000-044389 A(信越半導体株式会社) 15.2月.2000(15.02.00)  
 文献3 : WO 99/57344 A1(新日本製鐵株式会社) 11.11月.1999(11.11.99)

以下では文献ごとに、対応する請求の範囲と、新規性及び進歩性についての見解を述べる。

(文献1について)

請求の範囲1は、文献1より新規性及び進歩性を有しない。

文献1の実施例2には、窒素をドーブした単結晶から得たエピタキシャルウェーハの表面を光学顕微鏡にて観察したときに、欠陥が観察されないことが記載されている。これに対し、本願でいう丘状欠陥とは、明細書の記載によれば幅が約10 $\mu$ m、高さが約10nmであって、AFMで観察されるものであるから、文献1で観察している欠陥とは実質的に異なるものと思われる。しかしながら、丘状欠陥について請求の範囲に厳密な定義がなされていない以上、丘状欠陥の状態に関して様々な解釈が考えられる。そのような任意の解釈がなされる場合には、文献1のエピタキシャルウェーハ表面に「丘状欠陥がない」と捉えることも可能であろう。したがって、文献1には請求の範囲1の発明が記載されているものと認める。(なお、丘状欠陥について大きさ(幅と高さなど)が明示されるのであれば、文献1に記載の事項との区別はつくであろう。)

(文献2について)

請求の範囲1-4、6、7は、文献2より新規性及び進歩性を有しない。

文献2の実施例3及びその測定結果を示す図3から、請求の範囲1-3と同等のウェーハが得られているものと認められる。また、請求の範囲4、6、7の範囲に含まれる酸素濃度及び窒素濃度も記載されている。

(文献3について)

請求の範囲1、4、6、7は、文献3より新規性及び進歩性を有しない。

文献3の表9(b)にはエピ層欠陥が検出されない旨記載されており、これは丘状欠陥がないことと同等と考える。また、文献3の実施例6、7、21、22、27、28、34には、請求の範囲4、6、7の範囲に含まれる酸素濃度及び窒素濃度が記載されている。

補充欄 (いずれかの欄の大きさが足りない場合に使用すること)

## 第 V 欄の続き

なお、請求の範囲5、8及び9は、文献1－3に対して新規性及び進歩性を有する。文献1－3には、請求の範囲5、8及び9に示された事項は記載されておらず、しかもその点は当業者といえども容易に想到し得ないものである。

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2001年3月8日 (08.03.2001)

PCT

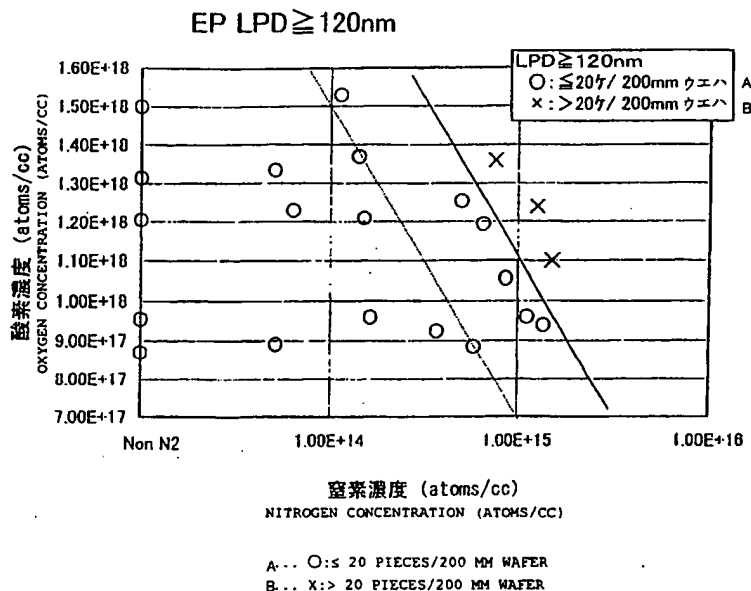
(10) 国際公開番号  
WO 01/16408 A1

- (51) 国際特許分類: C30B 29/06 (KOMIYA, Satoshi) [JP/JP]. 芳野 史朗 (YOSHINO, Shiro) [JP/JP]. 段 昌 政 善 (DANBATA, Masayoshi) [JP/JP]. 林 田 広 一 郎 (HAYASHIDA, Kouichirou) [JP/JP]; 〒254-0014 神奈川県平塚市四之宮2612番地 コマツ電子金属株式会社内 Kanagawa (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP00/04216
- (22) 国際出願日: 2000年6月26日 (26.06.2000)
- (25) 国際出願の言語: 日本語 (74) 代理人: 正林真之(SHOYAYASHI, Masayuki); 〒171-0022 東京都豊島区南池袋3丁目18番34号 池袋シティハイツ701 Tokyo (JP).
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ: 特願平11/241187 1999年8月27日 (27.08.1999) JP (81) 指定国 (国内): KR, SG, US.
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): コマツ電子金属株式会社 (KOMATSU DENSHI KINZOKU KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒254-0014 神奈川県平塚市四之宮2612番地 Kanagawa (JP). (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (DE, IT).
- 添付公開書類:  
— 国際調査報告書

- (72) 発明者; および  
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 小宮 聡
- 2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: EPITAXIAL SILICON WAFER

(54) 発明の名称: エピタキシャルシリコンウエハ



(57) Abstract: An epitaxial silicon wafer which comprises a silicon wafer produced by a method characterized as comprising pulling up a silicon single crystal under a condition wherein when an oxygen concentration is  $7 \times 10^{17}$  atoms/cm<sup>3</sup> a nitrogen concentration is about  $3 \times 10^{15}$  atoms/cm<sup>3</sup> or less, and when an oxygen concentration is  $1.6 \times 10^{18}$  atoms/cm<sup>3</sup> a nitrogen concentration is about  $3 \times 10^{14}$  atoms/cm<sup>3</sup> or less, and, an epitaxial film formed on the wafer. The epitaxial film, being formed on such a wafer, has crystal defects, which are observed as LPD of 120 nm or more on the epitaxial film, in a range of 20 pieces/200 mm wafer or less. The epitaxial silicon wafer contains nitrogen atoms doped therein and also has satisfactory characteristics as that for use in a semiconductor device.

[続葉有]

WO 01/16408 A1





---

(57) 要約:

窒素をドーピングしつつ、半導体デバイス用として十分な特性を備えたエピタキシャルシリコンウエハを提供する。その方法として、酸素濃度が  $7 \times 10^{17} \text{atoms/cm}^3$  のときの窒素濃度が約  $3 \times 10^{16} \text{atoms/cm}^3$  以下で、かつ酸素濃度が  $1.6 \times 10^{18} \text{atoms/cm}^3$  のときの窒素濃度が約  $3 \times 10^{14} \text{atoms/cm}^3$  以下の範囲内にて、シリコン単結晶の引き上げを行う。これにより得られたシリコンウエハ上にエピタキシャル膜を形成すると、エピタキシャル膜上において  $120 \text{nm}$  以上のLPDとして観測される結晶欠陥が  $20 \text{個}/200 \text{mm}$  ウエハ以下となる。

## 明細書

## エピタキシャルシリコンウエハ

## 技術分野

本発明はエピタキシャルシリコンウエハ、特に窒素ドーピングシリコンウエハにエピタキシャル成長が施されたエピタキシャルシリコンウエハに関する。

## 背景技術

通常抵抗のエピタキシャル用基板（下地シリコンウエハ）は、エピタキシャル工程における初期の高温プロセスにおいて臨界サイズ以下の酸素析出核が消失してしまうため、析出の遅れに起因したゲッタリング能力の低下によってデバイス歩留まりの低下が生じる。

この問題の解決策として、エピプロセス前に熱処理を行うことで析出物を予め成長させておく方法や、ゲッタリングサイトとして基板裏面にポリシリコン層を形成する方法などが提案されている。しかしながら、これらの方法では、かかる時間や労力が大きく、製品の生産性が著しく悪化することでコストアップに繋がるという問題があった。

このようなことから、チョクラルスキー法（CZ法）による単結晶育成時に窒素をドーピングすると酸素析出の促進効果があるという知見に基づいて、ゲッタリング能力の確保のためにシリコン単結晶中に窒素をドーピングすることが検討されている。

ところが、窒素のドーピングにより、CZ法による単結晶育成後の酸素析出物は大きくなってしまったため、窒素がドーピングされたシリコンウエハはエピタキシャル成長に供する下地シリコンウエハとしては不向きであった。

実際に、窒素のドーピングを行う方法の場合には、大きなコストアップには繋がらないものの、デバイス活性層（すなわちウエハ表層近傍のDZ層）の確保とバルクのゲッタリングサイトの制御を注意深く行う必要がある。エピサブ

においてもそれは例外ではなく、特に下地シリコンウエハ表層に酸素析出物が存在した場合には、それを起点としたエピ成長異常が起こり、それがエピ表層の欠陥となってデバイス特性を悪化させる。

### 発明の開示

本発明は以上のような課題に鑑みてなされたものであり、その目的は、デバイス特性を悪化させるエピ表層の欠陥を生じさせないような窒素ドーブ下地シリコンウエハの条件を見出し、先端の半導体デバイス用として十分な特性を備えたエピタキシャルシリコンウエハを提供できるようにすることにある。

以上のような目的を達成するために本発明者らが鋭意研究を重ねた結果、窒素を所定濃度以上ドーブすると、デバイス特性を悪化させるエピ表層の欠陥が増大することを見出し、本発明を完成するに至った。

また本発明者らは同時に、エピ表層の欠陥を生じさせないようにするためには、酸素濃度が低い場合には窒素濃度が高くてもよい一方で、酸素濃度が高い場合には窒素濃度を低くしなければならないというように、エピ表層における欠陥発生防止のためには、窒素濃度と酸素濃度とを対応させて考えなければならないことも見出した。

より具体的には、本発明は以下のようなウエハ及び方法を提供する。

(1) 窒素がドーブされた下地シリコンウエハ上にエピタキシャル膜が形成されたエピタキシャルシリコンウエハであって、前記エピタキシャル膜上に丘状欠陥が観察されないエピタキシャルシリコンウエハ。

(2) 窒素がドーブされた下地シリコンウエハ上にエピタキシャル膜が形成されたエピタキシャルシリコンウエハであって、前記エピタキシャル膜上において120nm以上のLPDとして観測される結晶欠陥が20個/200mmウエハ以下であるエピタキシャルシリコンウエハ。

(3) エピタキシャル成長後に120nm以上のLPDとして観測される結晶欠陥が20個/200mmウエハ以下となる領域で、窒素をドーピングしながらシリコン単結晶の引き上げを行うことを特徴とするチョクラルスキー法シ

リコン単結晶インゴット製造方法。

(4) 酸素濃度が  $7 \times 10^{17} \text{atoms/cm}^3$  のときの窒素濃度が約  $3 \times 10^{15} \text{atoms/cm}^3$  であつ酸素濃度が  $1.6 \times 10^{18} \text{atoms/cm}^3$  のときの窒素濃度が約  $3 \times 10^{14} \text{atoms/cm}^3$  である範囲を超えない窒素濃度及び酸素濃度の範囲内においてシリコン単結晶の引き上げを行うことを特徴とするチョクラルスキー法シリコン単結晶インゴット製造方法。

(5) 窒素濃度の増加に対応して酸素濃度を低下させることを特徴とする

(4) 記載のチョクラルスキー法シリコン単結晶インゴット製造方法。

(6) 酸素濃度が  $7 \times 10^{17} \text{atoms/cm}^3$  のときの窒素濃度が約  $3 \times 10^{15} \text{atoms/cm}^3$  以下であつ酸素濃度が  $1.6 \times 10^{18} \text{atoms/cm}^3$  のときの窒素濃度が約  $3 \times 10^{14} \text{atoms/cm}^3$  以下の範囲内にある窒素濃度及び酸素濃度である窒素ドーブシリコンウエハ。

(7) 酸素濃度が  $7 \times 10^{17} \text{atoms/cm}^3$  のときの窒素濃度が約  $1 \times 10^{15} \text{atoms/cm}^3$  以下であつ酸素濃度が  $1.5 \times 10^{18} \text{atoms/cm}^3$  のときの窒素濃度が約  $1 \times 10^{14} \text{atoms/cm}^3$  以下の範囲内にある窒素濃度及び酸素濃度である窒素ドーブシリコンウエハ。

(8) 直胴部最終端の窒素濃度が  $1 \times 10^{15} \text{atoms/cm}^3$  から  $3 \times 10^{15} \text{atoms/cm}^3$  の範囲内にあるシリコンインゴット。

(9) (8) 記載のシリコンインゴットにおいて、当該シリコンインゴット中の窒素濃度の変化に応じて当該シリコンインゴット中の酸素濃度が適宜制御されたシリコンインゴット。

窒素ドーブシリコンウエハは、そのままでは製品化に適した特性を有するとは言えないが、下地シリコンウエハの窒素濃度・酸素濃度上記のような範囲に調整されているエピタキシャルシリコンウエハは、デバイス特性を悪化させる表層の欠陥が存在しないか或いは極めて少ないため、製品化に適している。

本発明者らの研究によれば、窒素がドーピングされた下地シリコンウエハにエピを積んだエピタキシャルシリコンウエハの表層に現れる欠陥は、図1に示されるように、幅が約  $10 \mu\text{m}$  で高さが約  $10 \text{nm}$  の丘状の欠陥であった (A

FMにより観測)。この明細書ではこれを「丘状欠陥」と呼ぶことにしているが、この丘状欠陥は、エピウエハ表面においてLPD (Light Point Defect) として観測されるので、LPDとして観測される欠陥の一部にはこの丘状欠陥が含まれることになる。

なお、窒素濃度・酸素濃度が少なすぎると、ゲッタリングサイトの減少による重金属捕獲効果の低下を招くこととなるが、ゲッタリングサイト量をどの程度に設定するかは、窒素濃度・酸素濃度を適宜調整することにより、意図する製品の種類等に応じて当業者が適宜決定することができる。

#### 図面の簡単な説明

図1は、本発明者らにより発見された「丘状欠陥」の形状を説明するための図である。

図2は、結晶成長に伴うシリコンインゴット中の窒素濃度の変化と酸素濃度の変化を説明するための図である。

図3は、窒素濃度とLPD (Light Point Defect) の関係をプロットしたグラフを示す図である。

図4は、窒素濃度と酸素濃度の関係をプロットしたグラフを示す図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

本発明の一つの実施形態としては、下地シリコンウエハはチョクラルスキー法 (CZ法) で製造する。この場合においては、チョクラルスキー法により、窒素をドーピングしてシリコン単結晶を引上げ、シリコンインゴットを製造し、ここから窒素濃度及び酸素濃度が上記範囲内にある部分を切り出し、下地シリコンウエハとする。なお、CZ法を使用する場合には、融液に磁場をかける方式 (MCZ法) も採用することができる。

また、窒素のドーピングのための方法は、結晶成長の際に炉内に通されるアルゴンガス中に窒素を混入させる方法や、窒化ケイ素を原料融液中に溶解させて引上げ単結晶中に窒素原子を導入する方法など、現在公知の全ての方法及び

将来発見されるであろうあらゆる方法を使用することができる。

ここで、シリコン融液からシリコンインゴットを上げた場合において、酸素濃度等を故意に制御しなければ、図2に示されるような態様で、窒素の偏析による窒素濃度の変動と取り込まれる酸素濃度の変動とが生じる。より具体的に言えば、窒素濃度は、引上げる最初のほう（ショルダー部分）から終端（テール部分）に至るまで漸増していく一方で、酸素濃度は漸減していく。

従って、製品取得対象領域の中で最高の窒素濃度を示す直胴部最終端の部分において当該窒素濃度を前記窒素濃度の上限となるように設定することで、シリコンインゴット全体において窒素濃度を  $3 \times 10^{15} \text{atoms/cm}^3$  未満とすることができ、このシリコンインゴット中の窒素濃度の変化に対応して酸素濃度を適宜制御し、酸素濃度・窒素濃度が上記(6)で示される範囲内にあるようにすることによって、引上げられたシリコンインゴットの直胴部分において無駄な部分を形成することなく、当該直胴部分の全てを製品取得対象領域としてくまなく使用することが可能となるようなシリコンインゴットとすることができる。

この場合において、酸素濃度は、窒素濃度と比べると比較的自由に設定することができるので、シリコンインゴットの直胴部分の殆ど全てをシリコンウエハの製造対象領域とする直胴部効率使用用のシリコンインゴットとするために酸素濃度制御をするか、或いは、得たい下地ウエハの酸素濃度・窒素濃度に合わせて適宜酸素濃度制御をするようにすればよい。

実験例として、種々の条件で育成したCZ-Si単結晶からシリコンウエハを切り出し、鏡面研磨加工を施した後にエピ成長を施しエピ基板の酸素析出挙動およびエピ表層の欠陥について調査した。

この実験例において、結晶はドーパントとしてボロンを添加した直径200mm、p型、結晶方位 $\langle 100 \rangle$ で、酸素濃度は  $8 \times 10^{17} \sim 16 \times 10^{17} \text{atoms/cm}^3$  となるように制御すると共に、窒素濃度は  $4.9 \times 10^{13} \sim 1.24 \times 10^{15} \text{atoms/cm}^3$  となるように窒素を添加し、比較として窒素添加なしの結晶も用意した。エピ成長は、成長ガスとしてトリクロルシラン、

成長温度は1100℃で、エピ膜厚を6 μmとして行った。

結果を図3及び図4に示す。図3は、窒素濃度と欠陥発生数（LPDとして観察される欠陥の数）との関係が判るようにしたもので、図4は、同じデータに基づいて、窒素濃度と酸素濃度との関係が判るようにしたものである。

まず、図3より、酸素濃度が低い場合には、窒素濃度が比較的高くなっても欠陥の数はそれほど増大しないが、酸素濃度が高い場合には、窒素濃度が高くなると欠陥の数が多くなってくるということが判る。従って、この図3より、酸素濃度が高い場合には窒素濃度を低くする必要があるというように、酸素濃度と窒素濃度との間には所定の相関関係があることが示唆される。

また、図4より、酸素濃度と窒素濃度をそれぞれ横軸と縦軸にしてプロットをしてみると、酸素濃度と窒素濃度の間に所定の相関関係があることが明らかになる。

ここで、製品として適切か否かの境界として、200mmのウェハあたりのLPD数（0.12 μm以上）が20個以下というのを基準にしてみると、

（酸素濃度，窒素濃度）＝（ $7 \times 10^{17} \text{atoms/cm}^3$ ，約  $3 \times 10^{15} \text{atoms/cm}^3$ ）と（酸素濃度，窒素濃度）＝（ $1.6 \times 10^{18} \text{atoms/cm}^3$ ，約  $3 \times 10^{14} \text{atoms/cm}^3$ ）とを結ぶ線（図4中の斜めの実線）が境界線であろうことが、この図4より示唆される。また、製品としてより厳しい基準を設定した場合には、（酸素濃度，窒素濃度）＝（ $7 \times 10^{17} \text{atoms/cm}^3$ ，約  $1 \times 10^{15} \text{atoms/cm}^3$ ）と（酸素濃度，窒素濃度）＝（ $1.5 \times 10^{18} \text{atoms/cm}^3$ ，約  $1 \times 10^{14} \text{atoms/cm}^3$ ）とを結ぶ線（図4中の点線）が境界線として示唆されるであろう。ただ、いずれにしても、現時点で得られているデータの範囲内での話であるため、数値については、ある程度のぶれが許されるべきである。

従ってこの図4より、エピタキシャルシリコンウェハ製造のために好適な窒素ドーパ下地シリコンウェハを作成するためには、実線の左側（より具体的には、酸素濃度が  $7 \times 10^{17} \text{atoms/cm}^3$  のときの窒素濃度が約  $3 \times 10^{15} \text{atoms/cm}^3$  以下でかつ酸素濃度が  $1.6 \times 10^{18} \text{atoms/cm}^3$  のときの窒素濃度が約  $3 \times 10^{14} \text{atoms/cm}^3$  以下の範囲内）となるようにシリコン単結晶の引き上げを

行えばよいことになる。そして、より好ましくは、点線の左側（より具体的には、酸素濃度が  $7 \times 10^{17} \text{atoms/cm}^3$  のときの窒素濃度が約  $1 \times 10^{15} \text{atoms/cm}^3$  以下でかつ酸素濃度が  $1.5 \times 10^{18} \text{atoms/cm}^3$  のときの窒素濃度が約  $1 \times 10^{14} \text{atoms/cm}^3$  以下の範囲内）となるようにシリコン単結晶の引き上げを行えばよいことになる。

なお、酸素濃度と窒素濃度の下限については、製品に応じてゲッタリングサイトとして十分な酸素析出物密度を確保するための下地シリコンウエハの初期酸素濃度との関数になる窒素添加量の下限値を決定するようにすればよい。

#### 産業上の利用可能性

以上説明したように、本発明に係るシリコンウエハは、デバイスの特性を悪化させる表層欠陥による影響がなく、優れた特性を備えている。即ち、本発明による条件において製造されたシリコンウエハにエピ膜を成長させた製品は、先端の半導体デバイス用として優れた特性を備えることとなる。

また、適切な条件設定をすることによって、ゲッタリングサイトが消失していないことにより高ゲッタリング能を備える窒素ドーブエピタキシャルシリコンウエハを製造することができる。



## 請求の範囲

1. 窒素がドーピングされた下地シリコンウエハ上にエピタキシャル膜が形成されたエピタキシャルシリコンウエハであって、前記エピタキシャル膜上に丘状欠陥が観察されないエピタキシャルシリコンウエハ。
2. 窒素がドーピングされた下地シリコンウエハ上にエピタキシャル膜が形成されたエピタキシャルシリコンウエハであって、前記エピタキシャル膜上において120 nm以上のLPDとして観測される結晶欠陥が20個/200 mmウエハ以下であるエピタキシャルシリコンウエハ。
3. エピタキシャル成長後に120 nm以上のLPDとして観測される結晶欠陥が20個/200 mmウエハ以下となる領域で、窒素をドーピングしながらシリコン単結晶の引き上げを行うことを特徴とするチョクラルスキー法シリコン単結晶インゴット製造方法。
4. 酸素濃度が $7 \times 10^{17} \text{ atoms/cm}^3$ のときの窒素濃度が約 $3 \times 10^{15} \text{ atoms/cm}^3$ でかつ酸素濃度が $1.6 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ のときの窒素濃度が約 $3 \times 10^{14} \text{ atoms/cm}^3$ である範囲を超えない窒素濃度及び酸素濃度の範囲内においてシリコン単結晶の引き上げを行うことを特徴とするチョクラルスキー法シリコン単結晶インゴット製造方法。
5. 窒素濃度の増加に対応して酸素濃度を低下させることを特徴とする請求の範囲第4項記載のチョクラルスキー法シリコン単結晶インゴット製造方法。
6. 酸素濃度が $7 \times 10^{17} \text{ atoms/cm}^3$ のときの窒素濃度が約 $3 \times 10^{15} \text{ atoms/cm}^3$ 以下でかつ酸素濃度が $1.6 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ のときの窒素濃度が約 $3 \times 10^{14} \text{ atoms/cm}^3$ 以下の範囲内にある窒素濃度及び酸素濃度である窒素ドーピングシリコンウエハ。

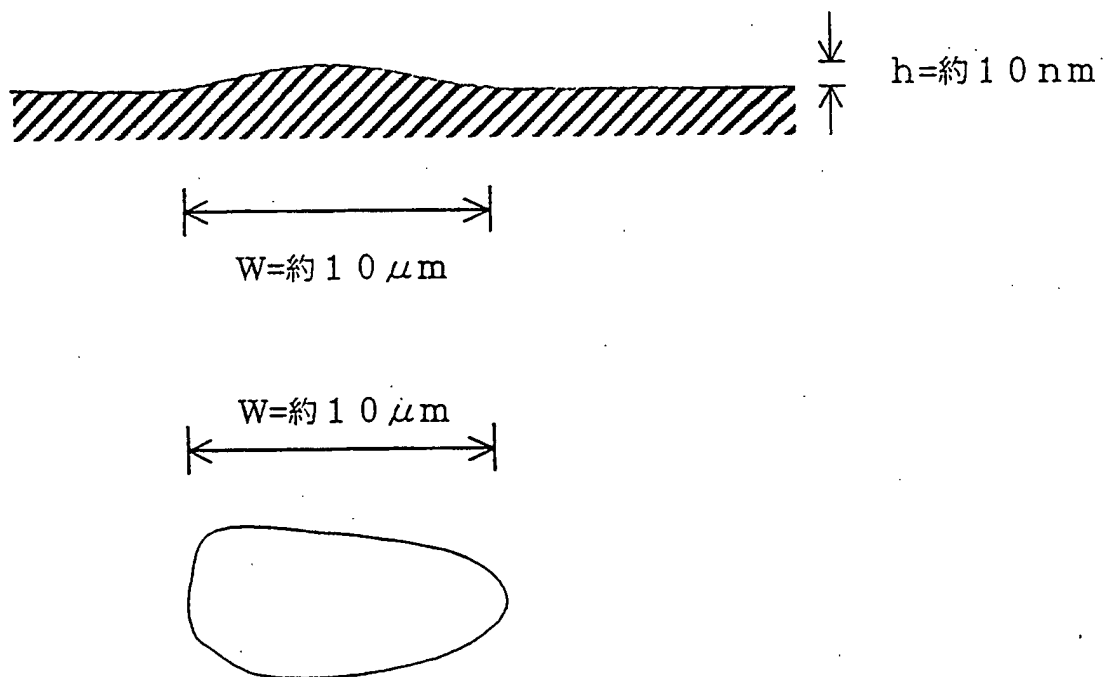
7. 酸素濃度が  $7 \times 10^{17} \text{atoms/cm}^3$  のときの窒素濃度が約  $1 \times 10^{15} \text{atoms/cm}^3$  以下でかつ酸素濃度が  $1.5 \times 10^{18} \text{atoms/cm}^3$  のときの窒素濃度が約  $1 \times 10^{14} \text{atoms/cm}^3$  以下の範囲内にある窒素濃度及び酸素濃度である窒素ドーブシリコンウエハ。

8. 直胴部最終端の窒素濃度が  $1 \times 10^{15} \text{atoms/cm}^3$  から  $3 \times 10^{15} \text{atoms/cm}^3$  の範囲内にあるシリコンインゴット。

9. 請求の範囲第8項記載のシリコンインゴットにおいて、当該シリコンインゴット中の窒素濃度の変化に応じて当該シリコンインゴット中の酸素濃度が適宜制御されたシリコンインゴット。

1 / 4

図 1



2 / 4

図 2

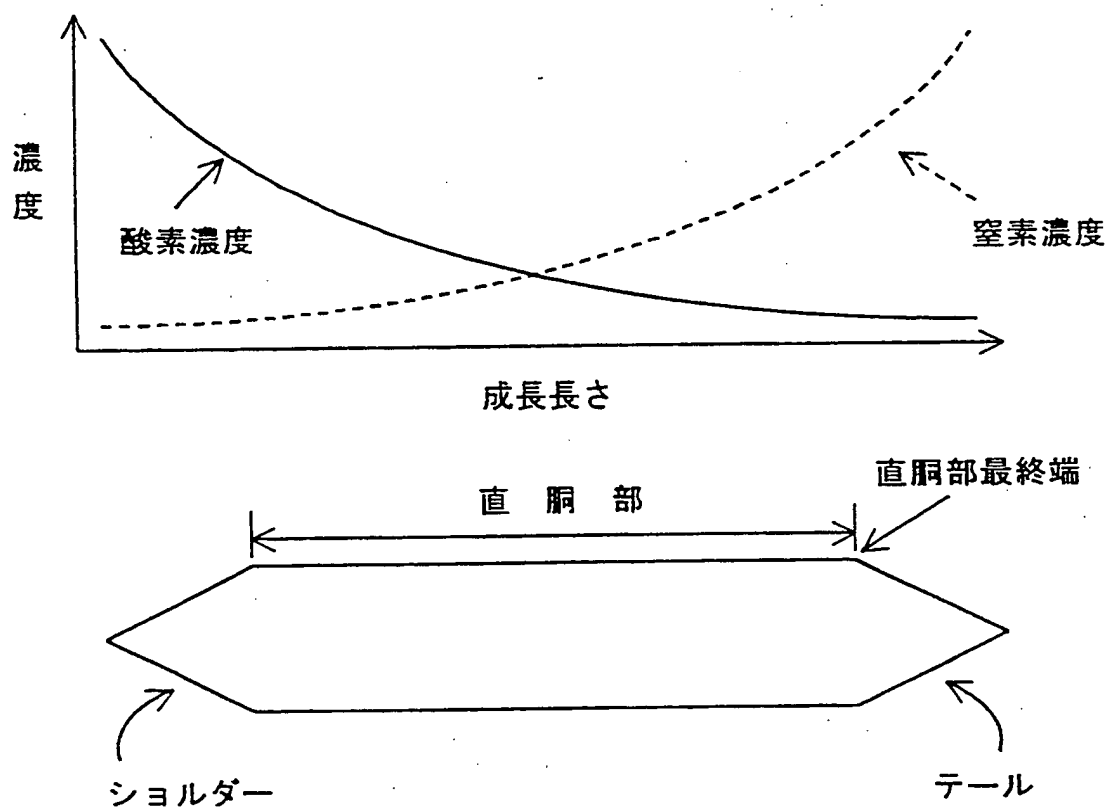


図 3

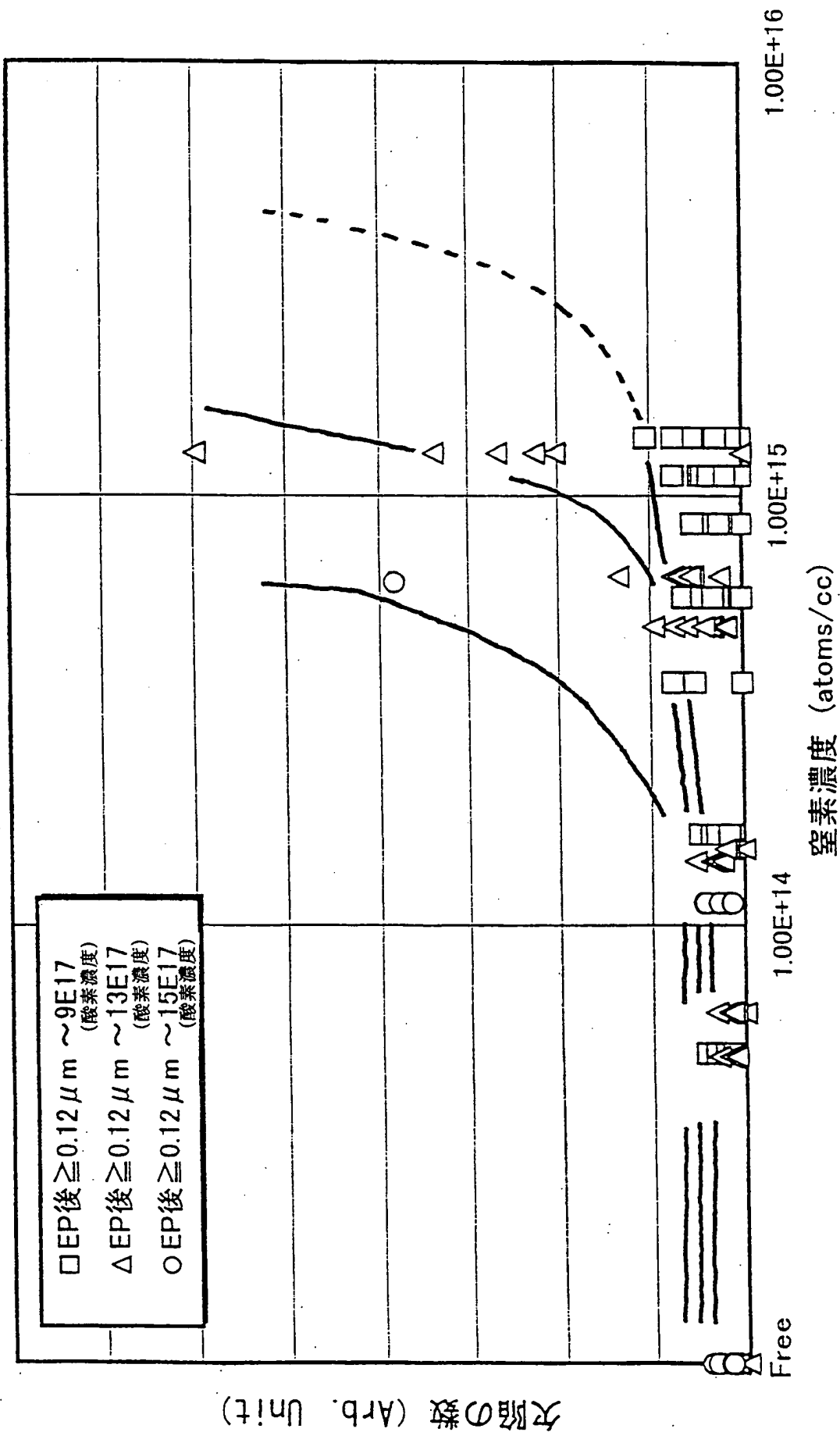
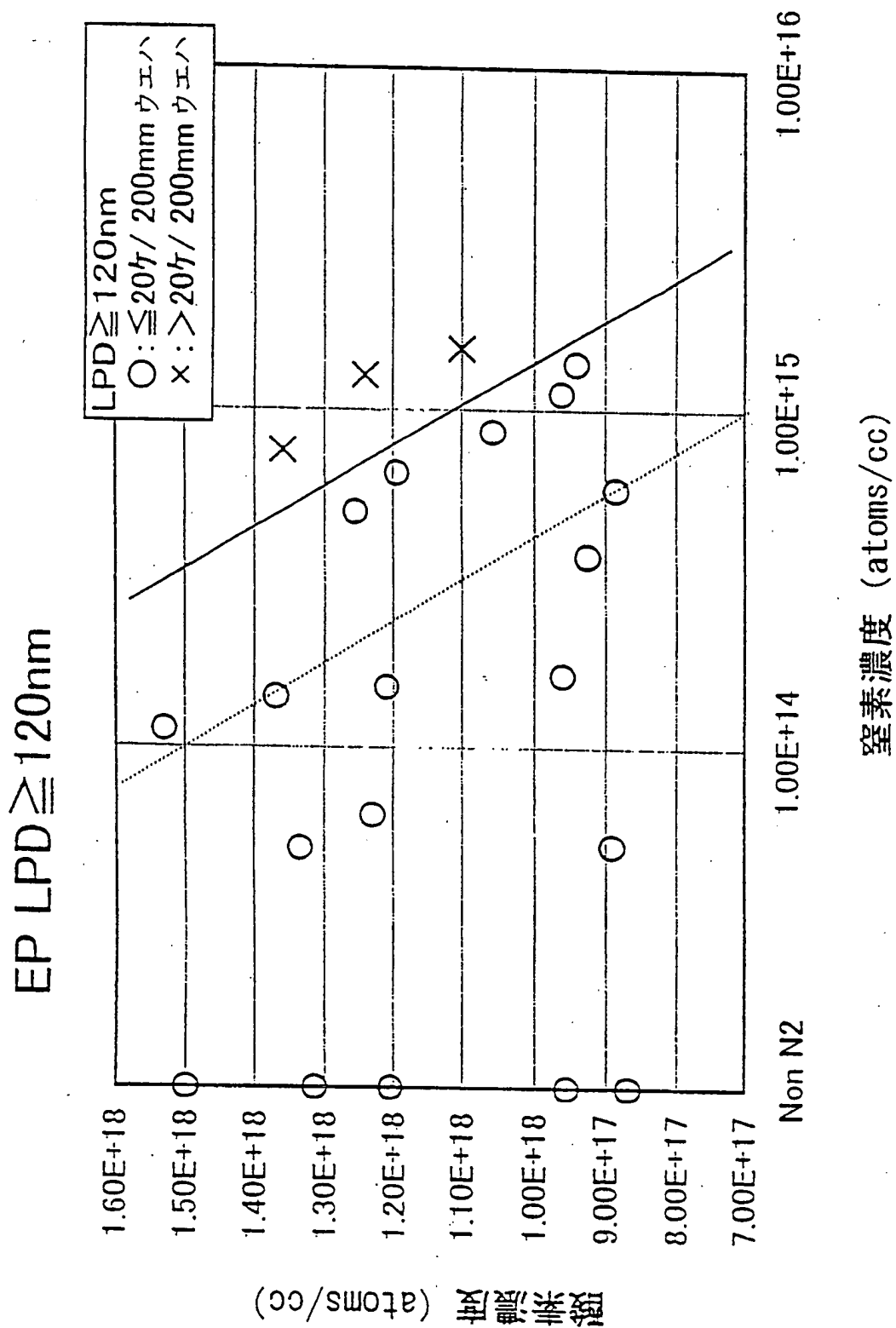


図 4



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/04216

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
Int.Cl.<sup>7</sup> C30B29/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
Int.Cl.<sup>7</sup> C30B1/00-35/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2000  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2000 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2000

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)  
CAS ONLINE; nitrogen, wafer, silicon, dop?, epitax? (CA FILE)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP, 11-189493, A (Sumitomo Metal Industries, Ltd.), 13 July, 1999 (13.07.99), example 2; Fig. 3 example 1; Fig. 2 (Family: none)	1 8, 9
PX A	JP, 2000-044389, A (Shin Etsu Handotai Co., Ltd.), 15 February, 2000 (15.02.00), example 3; Fig. 3 & EP, 959154, A1	1-4, 6, 7 5
PX A	WO, 99/57344, A1 (Nippon Steel Corporation), 11 November, 1999 (11.11.99), examples 6, 7, 21, 22, 27, 28, 34; tables 9, 10, 17, 18 & JP, 2000-026196, A & JP, 2000-109396, A	1, 4, 6, 7 2, 3, 5

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:  
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance  
"E" earlier document but published on or after the international filing date  
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)  
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means  
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention  
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone  
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art  
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
12 July, 2000 (12.07.00)

Date of mailing of the international search report  
25 July, 2000 (25.07.00)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## 国際調査報告

国際出願番号 PCT/JPO0/04216

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))  
Int. Cl.<sup>7</sup> C30B29/06

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.<sup>7</sup> C30B1/00-35/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年  
日本国公開実用新案公報 1971-2000年  
日本国登録実用新案公報 1994-2000年  
日本国実用新案登録公報 1996-2000年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)  
CAS ONLINE: nitrogen, wafer, silicon, dop?, epitax?(CA FILE)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X A	JP, 11-189493, A (住友金属工業株式会社), 13. 7月. 1999 (13. 07. 99), 実施例2, 図3 実施例1, 図2 (ファミリーなし)	1 8, 9
PX A	JP, 2000-044389, A (信越半導体株式会社), 15. 2月. 2000 (15. 02. 00), 実施例3, 図3 & EP, 959154, A1	1-4, 6, 7 5
PX A	WO, 99/57344, A1 (新日本製鐵株式会社), 11. 11月. 1999 (11. 11. 99), 実施例6, 7, 21, 22, 27, 28, 34 表9, 10, 17, 18 & JP, 2000-026196, A & JP, 2000-109396, A	1, 4, 6, 7 2, 3, 5

☐ C欄の続きにも文献が列举されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

\* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

12. 07. 00

国際調査報告の発送日

25.07.00

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

五十棲 毅

4G 9440

電話番号 03-3581-1101 内線 3416